

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н.Гузанов
«_____» _____ 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**Проектирование технологического процесса
изготовления несущей балки основания вагона**

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-503

(подпись)

В.С. Касьянов

Руководитель:
доц., канд. пед. наук

(подпись)

М.А. Федулова

Нормоконтролер:
доц., канд. техн. наук

(подпись)

Л.Т. Плаксина

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 78 сарацинах, содержит 8 рисунков, 17 таблиц, 34 источника литературы, 1 приложение

Ключевые слова: НЕСУЩАЯ БАЛКА ОСНОВАНИЯ ВАГОНА, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СВАРКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ, ГАЗОВАЯ СМЕСЬ К-20, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ, ПРОФЕССИЯ «СВАРЩИК НА АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ МАШИНАХ»

В выпускной квалификационной работе проведена разработка технологического процесса изготовления несущей балки основания вагона.

В экономической части выпускной квалификационной работы представлено технико-экономическое обоснование спроектированного технологического процесса.

В методической части разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Сварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда.

					ДП 44.03.04.603 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Касьянов В.С				Проектирование технологического процесса изготовления несущей балки основания вагона	Литер	Лист	Листов
Провер.	Федулова М.А.						2	78
Н. Контр.	Плаксина Л.Т.					ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО, каф. ИММ, гр. ЗСМ-503		
Утверд.	Гузанов Б.Н.							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Описание конструкции	7
1.1 Назначение изделия	7
1.2 Характеристика конструкционного материал.....	8
1.3 Свариваемость стали 10ХСНД	8
1.4 Выбор способа сварки	9
1.5 Выбор сварочных материалов	12
1.6 Расчет режимов сварки.....	14
1.7 Выбор основного сварочного оборудования	17
1.8 Выбор вспомогательного сварочного оборудования	20
1.9 Контроль качества.....	21
1.10 Технологический процесс сварки несущей балки основания вагона..	24
2 Техничко-экономическое обоснование проекта	26
2.1 Определение капиталобразующих инвестиций	26
2.1.1 Определение технологических норм времени	26
2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки	31
2.1.3 Расчет капитальных вложений	32
2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций	34
2.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций	34
2.2.2 Расчет полной себестоимости изделия	42
2.2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности	47
3 Методическая часть	54
3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	55
3.2 Разработка учебного плана переподготовки	65
3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»	66
3.4 Разработка плана урока по теме «Устройство и основные узлы сварочных автоматов, используемых при сварке в среде защитных газов»	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	76
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	77

ВВЕДЕНИЕ

Сварочное производство, как совокупность процессов, образующее самостоятельную законченную технологию изготовления сварной продукции – одно из ведущих в современном машиностроении. Такое положение сварочного производства обусловлено универсальностью этого технологического процесса получения неразъемных соединений, возможностью экономии до 20% металла, повышением прочности и непроницаемости соединений, возможностью создания уникальных конструкций, которые при других способах создать невозможно. Перед всеми областями науки и техники, в том числе и перед сварочным производством стоят большие задачи по улучшению качества продукции, экономии ресурсов, разработке и внедрению новейших технологий и оборудования в целях поднятия уровня экономики страны на качественно новую ступень. Создание новых, отвечающих современным требованиям, сварных конструкций, сварочного оборудования, сварочных приспособлений экономичных при изготовлении и надежных в эксплуатации, представляет собой комплексную задачу, которая включает проектирование, исследование прочности, расчет, рациональное построение технологии изготовления с применением средств механизации и автоматизации. Одним из прогрессивных технологических процессов является процесс производства сварных конструкций с высокой степенью механизации и автоматизации.

Производство несущей балки основания вагона осуществляется с помощью менее производительных и худших по условиям работы сварщиков способов сварки – полуавтоматическая сварка. Актуальным становится внедрение и замена этого способа на механизированную сварку, что повлечет улучшение санитарногигиенических условий труда рабочих, снижение трудоемкости процесса изготовления, повышение производительности труда, уменьшение экологической опасности производства.

Объектом разработки является технология изготовления несущей балки основания вагона.

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Предметом разработки является процесс сборки и сварки несущей балки основания вагона.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления несущей балки основания вагона.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант изготовления;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- выбрать и обосновать сварочное и сборочное оборудование;
- разработать технологию сборки-сварки;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;
- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части на основе анализа базового варианта будет разработан проектируемый вариант технологического процесса изготовления несущей балки основания вагона, включающий механизированную сварку в среде защитного газа; в экономической части – приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть – посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства.

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие *методы*:

- теоретические методы, включающие анализ специальной научной и технической литературы, а также обобщение, сравнение, конкретизацию данных, расчеты;
- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

1 Описание конструкции

1.1 Назначение изделия

В процессе эксплуатации трамвайного вагона несущие балки основания вагона передают с тележки все возникающие в процессе движения вагона статические и динамические усилия на раму вагона, с другой стороны, статические усилия, действующие на раму вагона, через несущие балки основания вагона передаются на тележки вагона. Другими словами, шкворневые балки связывают в единую систему тележки и раму трамвайного вагона.

Несущая балка основания вагона в процессе эксплуатации испытывает постоянную статическую нагрузку и разнонаправленные динамические усилия, при температуре окружающей среды от -60° до $+60^{\circ}$.

Несущая балка основания вагона представляет собой поперечную продольной оси вагона балку прямоугольного сечения, включает в себя верхний и нижний листы и связывающие их в единую конструкцию вертикальные диафрагмы параллельные продольной оси вагона, а также вертикальные поперечные листы. Схематически шкворневая балка представлена на рисунке 1.

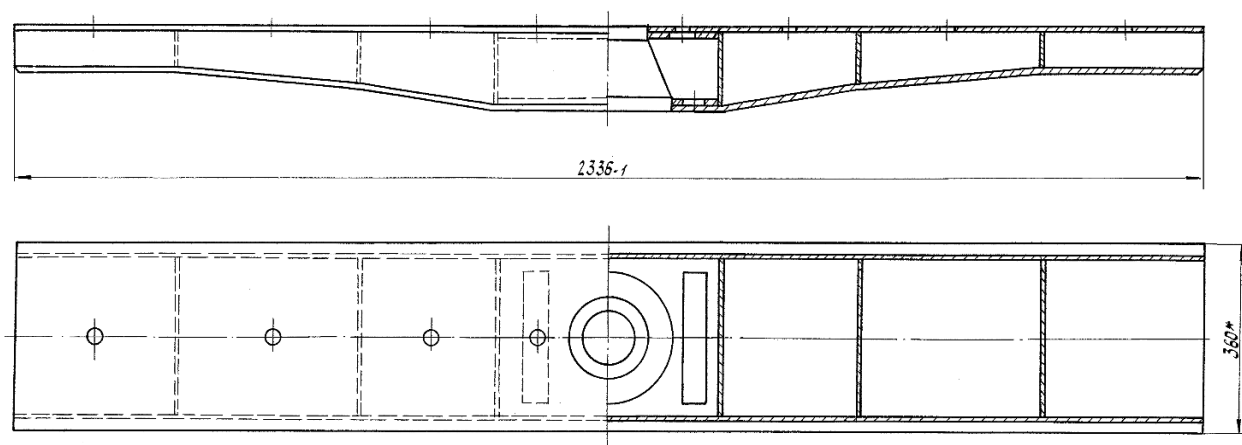


Рисунок 1 – Несущая балка основания вагона

Вышеописанное выполнение несущей балки основания вагона позволяет повысить прочность консольной части рамы вагона без хребтовой балки, связать боковые балки рамы, образуя единую несущую систему, воспринимающую продольные и вертикальные нагрузки.

1.2 Характеристика конструкционного материал

Все элементы несущей балки основания вагона выполнены из стали 10ХСНД.

Сталь 10ХСНД применяется для изготовления элементов сварных металлоконструкций и различные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от -70 до 450 °С,

Сталь 10ХСНД конструкционная низколегированная для сварных конструкций.

Химический состав стали 10ХСНД приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав стали 10ХСНД, % по ГОСТ 19281-2014 [32]

С	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	V	N	Cu	As
до 0,12	0,8 – 1,1	0,5 – 0,8	0,5 – 0,8	до 0,035	до 0,03	0,6 – 0,9	до 0,12	до 0,008	0,4 – 0,6	до 0,08

Механические свойства стали 10ХСНД представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Механические свойства, при T = 20°C [12]

Сортамент	Размер	σ_b	σ_T	δ_5
-	мм	МПа	МПа	%
Лист, ГОСТ 19282-73	5 - 9	540	400	19

1.3 Свариваемость стали 10ХСНД

Особенности сварки 10ХСНД и низколегированных сталей: низколегированные стали относятся к разряду хорошо свариваемых. Однако

наличие в них легирующих элементов обуславливает возможность появления закалочных структур в зоне термического влияния, что при неблагоприятном сочетании других факторов может вызвать уменьшение стойкости ее против холодных трещин. Легирующие элементы могут снизить также сопротивляемость швов горячим трещинам, усугубить или, напротив, ослабить последствия перегрева и склонность к хрупкому разрушению металла в зоне термического влияния и шве. Особые затруднения возникают при сварке термически улучшенных сталей, которые разупрочняются в различных участках зоны термического влияния.

Для подтверждения характеристики свариваемости выбранной стали поведем расчет эквивалентного углерода $C_{э\text{кв}}$, %.

$$C_3 = C + Mn/6 + Cr/5 + Mo/5 + V/5 + Ni/15 + Cu/15 \quad (1.1)$$

где C – содержание углерода, %

Mn, Cr, Mo, V, Ni, Cu – содержание легирующих элементов, %

$$C_3 = 0,12 + 0,8/6 + 0,9/5 + 0,12/5 + 0,8/15 + 0,6/15 = 0,55$$

Исходя из производственного опыта и анализа научной литературы [1], [2], [3], [13] при толщине свариваемого металла до 8 мм и значении эквивалентного углерода до 0,55% подогрев околошовной зоны для стали 10ХСНД не требуется.

1.4 Выбор способа сварки

Анализ способов сварки

Сварка под слоем флюса

При сварке под флюсом сварочная дуга между концом электрода и изделием горит под слоем сыпучего вещества, называемого флюсом.

Под действием тепла дуги расплавляются электродная проволока и основной металл, а также часть флюса в зоне сварки образуется полость, заполненная парами металла, флюса и газами. Газовая полость ограничена в верхней части оболочкой расплавленного флюса. Расплавленный флюс, окружая газовую полость, защищает дугу и расплавленный металл в зоне сварки от вредного воздействия окружающей среды, осуществляет металлургическую обработку металла в сварочной ванне. По мере удаления сварочной дуги расплавленный флюс, прореагировавший с расплавленным металлом, затвердевает, образуя на шве шлаковую корку. После прекращения процесса сварки и охлаждения металла шлаковая корка легко отделяется от металла шва. Не израсходованная часть флюса специальным пневматическим устройством собирается во флюсоаппарат и используется в дальнейшем при сварке.

При горении дуги образуется ванна расплавленного металла, закрытая сверху расплавленным шлаком и оставшимся нерасплавленным флюсом. Нерасплавившийся флюс отсасывается шлангом обратно в бункер. Пары и газы, образующиеся в зоне дуги, создают вокруг нее замкнутую газовую полость. Некоторое избыточное давление, возникающее при термическом расширении газов, оттесняет жидкий металл в сторону, противоположную направлению сварки.

У основания дуги (в кратере) сохраняется лишь тонкий слой металла. В таких условиях обеспечивается глубокий провар основного металла. Так как дуга горит в газовой полости, закрытой расплавленным шлаком, то значительно уменьшаются потери теплоты и металла на угар и разбрызгивание. По мере перемещения дуги вдоль разделки шва наплавленный металл остывает и образует сварной шов. Жидкий шлак, имея более низкую температуру плавления, чем металл, затвердевает несколько позже, замедляя охлаждение металла шва.

Продолжительное пребывание металла шва в расплавленном состоянии и медленное остывание способствуют выходу на поверхность всех

неметаллических включений и газов, получению чистого, плотного и однородного по химическому составу металла шва.

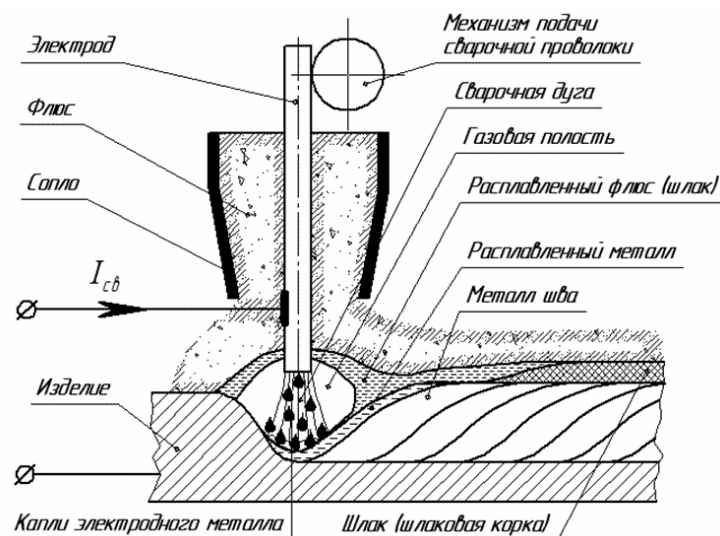


Рисунок 2 – Сварка под слоем флюса

Сварка в среде защитных газов

Сущностью и отличительной особенностью дуговой сварки в защитных газах является защита расплавленного и нагретого до высокой температуры основного и электродного металла от вредного влияния воздуха защитными газами, обеспечивающими физическую изоляцию металла и зоны сварки от контакта с воздухом и заданную атмосферу в зоне сварки. Используют инертные и активные защитные газы.

При дуговой сварке применяют два основных способа газовой защиты: местная и общая в камерах (сварка в контролируемой среде).

Наиболее распространенной является струйная местная защита в потоке газа, истекающего из сопла сварочной горелки. Качество струйной защиты зависит от конструкции и размеров сопла, расхода защитного газа и расстояния от среза сопла до поверхности свариваемого материала. В строении газового потока различают две области: ядро струи и периферийный участок.

Достоинства сварки в защитных газах – высокая производительность, высокое качество защиты, доступность наблюдения за процессом горения

дуги, простота механизации и автоматизации, возможность сварки в различных пространственных положениях. Сварка в защитных газах может выполняться неплавящимся и плавящимся электродами.

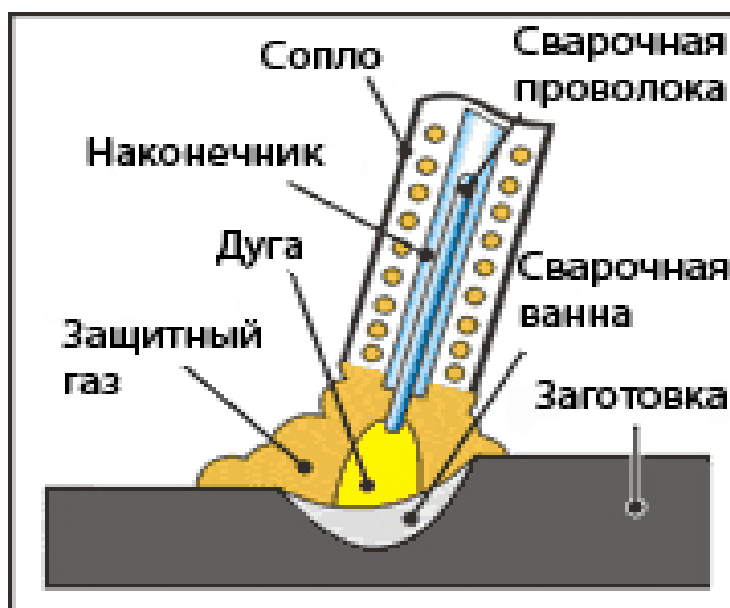


Рисунок 3 – Сварка в среде защитных газов

Для изготовления несущей балки основания вагона мной выбрана сварка в среде защитных газов. Высокая производительность сварки, простота механизации и автоматизации, возможность сварки в различных пространственных положениях позволят разработать технологический процесс изготовления балки с применением современных средств оснащения, выбрать в качестве основного сварочного оборудования автоматизированную установку для сварки, минимизировать участие человека в процессе сварки.

1.5 Выбор сварочных материалов

Во время сварки в среде защитных газов используется специальная проволока, состав которой подбирается согласно тому металлу, с которым она будет соединяться. Именно состав относится к одним из главных параметров, которые и определяют выбор правильного присадочного

материала. Проволока сварочная Св-08ХНМ предназначена для работы с углеродистыми и низкоуглеродистыми сталями. Это охватывает достаточно широкий спектр изделий, благодаря чему проволока часто используется в кораблестроении, машиностроении и при ремонте различных металлических деталей. Одним из лучших, в плане защиты, вариантов ее использования является применение на полуавтоматическом аппарате аргонодуговой сварки. Она также подходит для автомата и ручного применения, так что в этом параметре является универсальной.

Для сварки несущей балки основания вагона выбрана сварочная проволока Св-08ХНМ.

Химический состав сварочной проволоки приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав Св-08ХНМ, % по ГОСТ ГОСТ 2246-70 [34]

С	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	N
До 0,1	0,12 – 0,35	0,5 – 0,8	0,8 – 1,2	до 0.025	до 0.03	0,7 – 0,9	0,25 – 0,45	до 0.012

К-20 это смесь 80% аргона, 20% углекислого газа. Применение газовой смеси обеспечивает высокую скорость сварки и менее активное выгорание легирующих элементов присадочного элемента за счет увеличения скорости формирования сварочной капли.

Применение газовой смеси К-20 позволяет повысить температуру сварочной дуги, что улучшает проплавление сварного шва, увеличивая производительность сварки в целом. При этом проплавление металла настолько значительное, что позволяет выполнять однопроводную сварку без разделки кромок металла больших толщин. При сварке в среде смеси газа К-20 минимизируется выгорание активных легирующих элементов, что позволяет использовать более дешевые сварочные проволоки.

Смесь хорошо подходит для автоматической сварки и для применения роботов-автоматов с использованием широкого спектра толщин свариваемых материалов.

1.6 Расчет режимов сварки

Исходя из конструкции несущей балки основания вагона используем сварной шов Т1 в среде защитного газа по ГОСТ 14771-79. Схема шва представлена на рисунке 4.

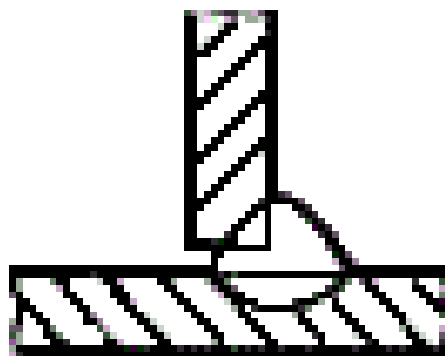


Рисунок 4 – Схема шва Т1

Расчет параметров и режимов автоматической сварки в среде защитного газа.

Исходными данными для определения параметров и режимов сварного соединения является толщина свариваемого металла и геометрическое расположение листов относительно друг друга. Толщина обоих свариваемых листов $S = 8$ мм, геометрическое расположение листов представлено на рисунке 4.

Катет шва (K) и глубину проплавления (h_p) рассчитываем по формулам, мм:

$$K \leq 1.2S \quad (1.2)$$

$$K = 1,2 \cdot 8 = 9$$

$$h_p = (0,7 \dots 1,1)K \quad (1.3)$$

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$h_p = 1,1 \cdot 1,2 \cdot 8 = 10 \text{ мм}$$

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по формуле, мм:

$$d_{\text{эл.}} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05 h_p \quad (1.4)$$

$$d_{\text{эл.}} = \sqrt[4]{10} \pm 0,05 \cdot 10 = 1,78 \text{ мм}$$

Принимаем $d_{\text{эл.}} = 1,6 \text{ мм}$

Скорость сварки определяем по формуле, мм/с:

$$V_c = K_v \frac{h_p^{1,61}}{l^{3,36}} \quad (1.5)$$

где K_v – коэффициент $K_v = 1150$

l – зазор между свариваемы листами, мм.

Подставив числовые значения в формулу (1.5) получим значение скорости сварки 72,7 мм/с или 20 м/ч

Сварочный ток I_c определяем по формуле, А:

$$I_c = K_I \frac{h_p^{1,32}}{l^{1,07}} \quad (1.6)$$

где K_I – коэффициент $K_I = 480$

Подставив числовые значения в формулу (1.6) получим расчетное значение силы сварочного тока 317 А.

Принимаем $I_c = 320 \text{ А}$

Плотность тока рассчитывается по формуле:

$$j = \frac{I_c}{F_{\text{эл}}} = \frac{4 \cdot I_{\text{св}}}{\pi \cdot d^2}, \quad (1.7)$$

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $F_{эл}$ – площадь поперечного сечения электрода.

Подставив числовые значения в формулу (1.7) получим расчетное значение плотности сварочного тока 111 А/мм².

Известно, что потери $\Psi_{п} = 6 - 10 \%$ при плотности тока $j = 85 - 120$ А/мм², также потери $\Psi_{п} = 6 - 10 \%$ и в области $j = 280 - 350$ А/мм², но потери $\Psi_{п} > 10$ при значениях плотностей тока $j = 120 - 280$ А/мм².

Напряжение на сварочной дуге U_C зависит в основном от сварочного тока, а также от диаметра и вылета электродной проволоки, положения шва и других факторов, В:

$$U_C = 14 + 0,05I_C = 14 + 0,05 \cdot 350 = 31 \text{ В} \quad (1.8)$$

Скорость подачи электродной проволоки $V_{э.л.}$ определяется по формуле мм/с:

$$V_{э.л.}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{I_C}{d_{э.л.}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \frac{I_C^2}{d_{э.л.}^3} \quad (1.9)$$

Подставив числовые значения в формулу (1.9) получим расчетное значение скорости подачи проволоки 501 мм/с или 175 м/ч.

Расход защитного газа зависит от толщины металла и соответственно сварочного тока. Поэтому для расчета $q_{з.г.}$ предлагается эмпирическая зависимость:

$$q_{з.г.} = 0,2 \cdot I_C^{0,75} \quad (1.10)$$

Подставив числовые значения в формулу (1.10) получим расчетное значение расхода защитного газа 17 л/мин.

Таблица 4 – Режимы механизированной сварки

d_3 , мм	$I_{св}$, А	$U_{св}$, В	$V_{св}$, м/ч	$V_{п.п}$, м/ч
1,6	320	31	20	175

1.7 Выбор основного сварочного оборудования

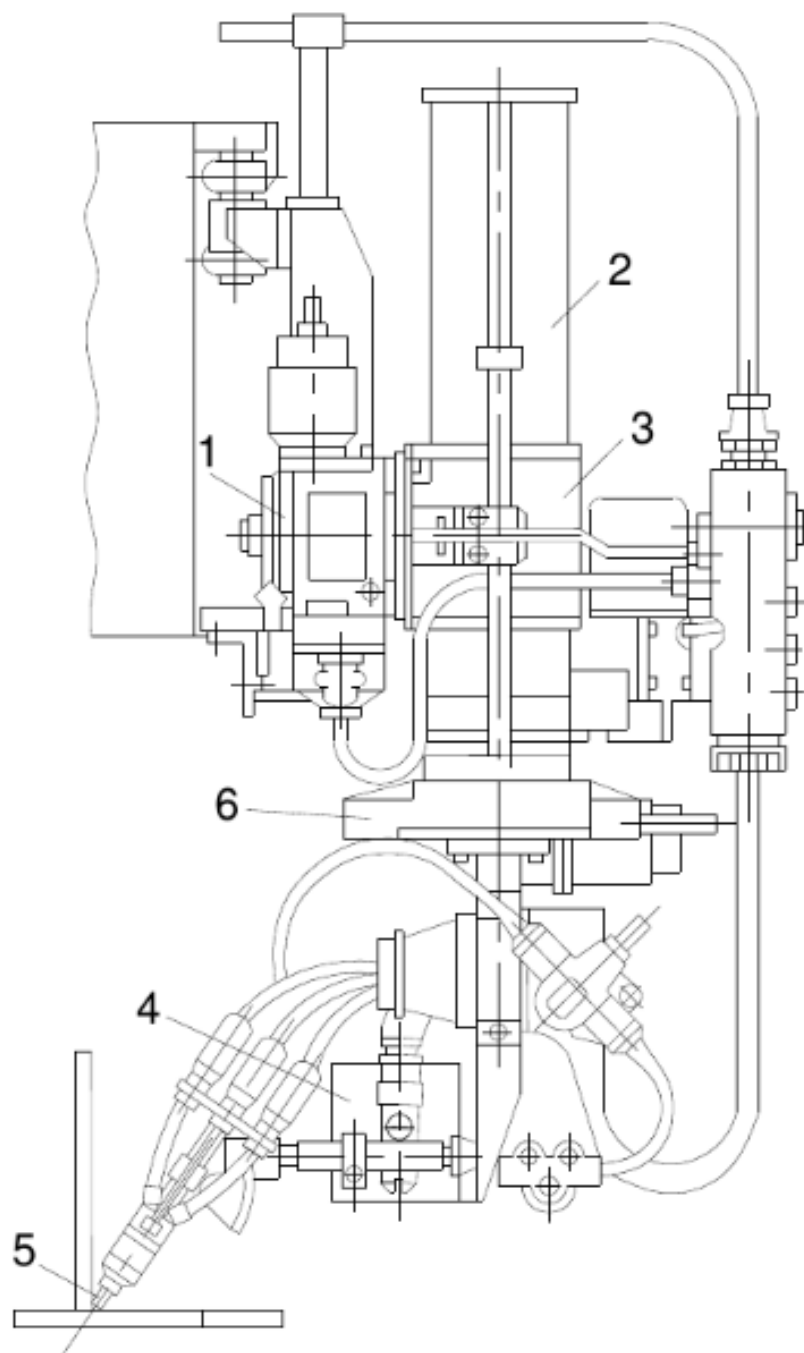
Для выполнения сварного соединения Т1 в среде защитного газа по ГОСТ 14771-79 несущей балки основания вагона будем использовать самоходный автомат подвешного типа А-1411П.

А-1411П предназначен для дуговой сварки в среде защитного газа стальной электродной проволокой сплошного сечения изделий типа балок, ребер жесткости и т. д. Отличительная особенность автомата А-1411П – увеличение почти в 2 раза вертикального и горизонтального перемещения (хода) сварочной головки по сравнению со сварочными автоматами серии А-1400, а также возможность обеспечения системой слежения за стыком шва и его поиска перед началом сварочного процесса. Технические характеристики сварочного автомата А-1411П приведены в таблице 5.

Перемещение сварочного автоматов А-1411П осуществляется по направляющему рельсу с помощью самоходной тележки. В зависимости от способа сварки автоматы подвешного типа могут быть укомплектованы источником переменного или постоянного тока, которые обеспечивают номинальный сварочный ток и имеют необходимую внешнюю характеристику.

Регулирование скорости подачи электродной проволоки у автомата А-1411П плавное, регулирование скорости сварки ступенчатое.

Автомат А-1411П, представленный на рисунке 5, оснащен копирным устройством для слежения за швом в двух плоскостях и следящей головкой для автоматического поиска начала шва. Управление автоматом – дистанционное.



1 – тележка; 2 – штанга; 3 – механизм подъема штанги;
4 – копирное устройство; 5 – сварочная головка; 6 – суппорт

Рисунок 5 – Сварочный автомат А-1411П

Таблица 5 – Технические характеристики сварочного автомата А-1411П

Тип сварочного автомата	Напряжение питающей сети, В	Номинальный сварочный ток, А	Электродная проволока		Вертикальный ход, мм	Поперечная коррективка хода, мм
			Диаметр, мм	Скорость подачи, м/ч		
А-1411П	380	1000	2 – 4	50 – 500	500	±130

При механизированной сварке в защитном газе в сварочных аппаратах с саморегулированием дуги используют однопостовые выпрямители с жесткими внешними характеристиками. Обычно в таких выпрямителях применяется трансформатор с нормальным магнитным рассеянием.

Наиболее известные выпрямители с жесткими (естественно пологопадающими) внешними характеристиками для механизированной дуговой сварки: ВДГ (ВДГ-301, ВДГ-302, ВДГ-303, ВДГ-603) и ВСЖ (ВСЖ-303).

Для сварочного автомата А-1411П наиболее подходящим по внешним характеристикам является ВДГ-603 (рисунок 6). Технические характеристики ВДГ-603 представлены в таблице 6.



Рисунок 6 – Сварочный выпрямитель ВДГ-601

Таблица 6 – Технические характеристики сварочного выпрямителя ВДГ-601

Параметры	ВДГ-601
Климатическое исполнение, категория размещения	У3, Т4
Номинальный сварочный ток, А	630
Пределы регулирования сварочного тока, А	100–700
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	18–66
Напряжение холостого хода, В не более	90
Номинальное рабочее напряжение, В	66
Первичная мощность, кВт	69
КПД, %, не менее	82
Габаритные размеры (длина высота ширина), мм	900x1250x1125
Масса, кг, не более	570

1.8 Выбор вспомогательного сварочного оборудования

В качестве вспомогательного сварочного оборудования используются сварочная колонна с выдвижной консолью серии КВК.

Сварочная колонна предназначена для позиционирования подвесного сварочного автомата относительно обрабатываемого изделия в рабочее положение и положение, обеспечивающее удобное проведение подготовительно-заключительных операций, а также для перемещения сварочного автомата с рабочей (сварочной) скоростью в процессе сварки.

Колонна состоит из следующих основных элементов:

- вертикальная стойка с механизмом подъема каретки
- каретка с сервоприводом перемещения горизонтальной балки
- горизонтальная балка (консоль)
- противовес
- противоаварийное устройство
- пульт управления
- шкаф управления

В рабочей области колонны установлена стендовая плита с шестью т-образными пазами, габаритные размеры 3500×1800×300. Совместно с плитой используется набор струбцин.

Для заготовительных операций используется установка лазерной резки TruLazer 7040 fiber (рисунок 7)



Рисунок 7 – Установка лазерной резки TruLazer 7040 fiber

Основные технические характеристики TruLazer 7040 fiber:

- максимальная толщина листа - 20 мм;
- максимальные размеры обрабатываемого листа 2500х4000 мм;
- погрешность позиционирования $\pm 0,1$ мм;
- мощность 6 кВт.

Сборка несущей балки основания вагона производится в специально сконструированном сборочном стенде.

1.9 Контроль качества

Сварные соединения разделяются (в порядке требований) на три категории:

К первой категории могут относиться сварные швы, при контроле которых необходимо выявить наличие и характер внутренних дефектов, а также прочность соединения. Для швов второй категории выявление внутренних дефектов необязательно. Достаточно специальными методами определить характер наружных дефектов. Швы третьей категории специальных методов контроля не требуют, кроме контроля внешним осмотром. Завышение категории приводит к необоснованному увеличению объема контроля, усложнению контрольных операций, усложнению цикла изготовления и повышению себестоимости узла.

Допустимые дефекты для сварных швов:

- на сварном шве допускаются отдельные поры, раковины размером по 0,1 мм.

- допускается неравномерность перекрытия сварных точек. Минимальное перекрытие 30%.

- допускается местное отклонение от ширины шва (утолщение, сужение) не более 30.

- допускается наличие цветов побежалости по сварному шву и околошовной зоне.

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

К исправлению допускаются следующие дефекты швов всех категорий:

- непровары – устраняются повторной сваркой;
- поры, раковины - устраняются заваркой с присадкой;
- наружные дефекты - устраняются зачисткой с обеспечением плавных переходов в месте зачистки.

Для выявления наружных дефектов используем визуально-измерительный метод контроля. Внимательно осматриваем сварные швы после сварки, обращая внимание на такие дефекты как поры, кратеры, непровары. Размер катета проверяем катетомером.

Для обнаружения внутренних дефектов используем ультразвуковой контроль. Этот метод основан на способности ультразвуковых волн отражаться от границы раздела двух сред, обладающих разными акустическими свойствами. При помощи ультразвука можно обнаружить трещины, раковины, расслоения в листах, непровары, шлаковые включения, поры. Ультразвук представляет собой упругие колебания материальной среды с частотой колебания выше 20 кГц, т. е. выше верхней границы слухового восприятия. Существует несколько способов получения ультразвуковых колебаний. Наиболее распространенным является способ, основанный на пьезоэлектрическом эффекте некоторых кристаллов (кварца, сегнетовой соли) или искусственных материалов (титаната бария). Этот эффект заключается в том, что если противоположные грани пластинки, вырезанной из кристалла, например, кварца, заряжать разноименными зарядами электричества, то она будет деформироваться в такт изменения знаков зарядов. Изменяя знаки электрических зарядов с частотой выше 20 тыс. колебаний в секунду, получают механические колебания пьезоэлектрической пластинки той же частоты, передающейся в виде ультразвука. Работа ультразвуковых дефектоскопов – приборов для выявления дефектов в изделиях, в том числе и в сварных швах – основана на пьезоэлектрическом эффекте. Для проверки качества сварного шва дефектоскоп подключают к сети переменного тока. Рядом со сварным швом устанавливают пьезоэлектрический щуп с пластинкой из титаната бария.

Автоматического изменения знаков зарядов на поверхности пластинки достигают при помощи лампового генератора. Если от этого генератора сообщить пластинке импульс электрических колебаний, то пластинка пошлет в шов короткий ультразвуковой импульс такой же частоты. Первоначальный электрический импульс после его усиления в усилителе будет зарегистрирован на экране катодной трубки в виде пика светящегося луча. Попад в бездефектный шов, пучок ультразвука достигает противоположной стороны сварного соединения и, отразившись от него, снова попадает на пластинку. К этому моменту пластинка уже прекратит испускать ультразвук из-за кратковременности электрического импульса. Вместо источника ультразвуковых колебаний она становится их приемником. Ультразвуковые колебания, отразившиеся от дна изделия и попавшие на пластинку, преобразуются в механические, а затем и в электрические колебания. Последние после усиления попадают на катодную трубку осциллографа. На его экране появится донный сигнал в виде пика. Если же в шве имеется какой-либо дефект, например трещина, то часть пучка ультразвука отразится от нее, а другая часть отразится от противоположной стороны сварного соединения. В этом случае на экране будут видны уже три пика. По среднему пику устанавливают, что в шве залегает какой-то дефект. Расстояние между пиками позволяет определить, на какой глубине находится дефект.



Рисунок 8 – Дефектоскоп ультразвуковой A1214 EXPERT

1.10 Технологический процесс сварки несущей балки основания вагона

Технологический процесс сварки несущей балки основания вагона представлен в виде технологической карты, таблица 7.

Таблица 7 – Технологический процесс сварки несущей балки основания вагона

Содержание операций и переходов	Оборудование, приспособления инструменты	Режимы
1	2	3
Контроль входной. Проверить габаритные размеры и толщину листа	Рулетка ГОСТ 7502-98; Толщиномер ГОСТ 6507-90.	
Резка Провести резку заготовок	Установка TruLazer 7040	
Зачистка Зачистить заусенцы, острые кромки притупить	Машинка шлифовальная УПГ-67; Щётка металлическая ГОСТ 8900-80.	
Контроль Проверить размеры деталей согласно КД	Комплект измерительных приборов: Рулетка ГОСТ 7502-98 Толщиномер ГОСТ 6507-90; Штангенциркуль ШЦ-I-250-0.1; Угломер ГОСТ 8274-89	
Сборка Провести прихватку деталей изделия при помощи полуавтоматической сварки	Стенд сборочный; Полуавтомат сварочный типа ПДГО-506М УЗ; ВДГ-506М; Проволока марки Св-08Г2С	$I = 280A$ $U = 30B$ $V_{св} = 6 \text{ м/ч}$ $d_3 = 1,6 \text{ мм}$ катег $4^{+1}/30 \pm 5/150 \pm 10$
Сварка механизированная 2-х швов	Сварочный автомат А-1411П; Сварочный выпрямитель ВДГ-601; Сварочная колонна; Св-08ХНМ; Смесь газов К-20.	$d_3 = 1,6 \text{ мм}$ $I_{св} = 320 A$ $U_{св} = 31 B$ $V_{св} = 20 \text{ м/ч}$ $V_{п.п} = 175 \text{ м/ч}$

Кантовать	Кран мостовой.	
-----------	----------------	--

окончание таблицы 7

1	2	3
Сварка механизированная 2-х швов	Сварочный автомат А-1411П; Сварочный выпрямитель ВДГ-601; Сварочная колонна; Св-08ХНМ; Смесь газов К-20.	$d_3 = 1.6 \text{ мм}$ $I_{\text{св}} = 320 \text{ А}$ $U_{\text{св}} = 31 \text{ В}$ $V_{\text{св}} = 20 \text{ м/ч}$ $V_{\text{п.п}} = 175 \text{ м/ч}$
Зачистка После сварки производится зачистка	Машинка шлифовальная УПГ-67; Щётка металлическая дисковая ГОСТ 8900-80	
Контроль	Комплект измерительных приборов: Рулетка ГОСТ 7502-98 Толщиномер ГОСТ 6507-90; Штангенциркуль ШЦ-I-250-0.1; Угломер ГОСТ 8274-89; УШС-2; Катетометр КТ-20; Дефектоскоп ультразвуковой А1214 EXPERT.	

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 Технико-экономическое обоснование проекта

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки несущей балки основания вагона, изготавливаемого из стали марки 10ХСНД с применением механизированной сварки в среде защитных газов.

По базовому варианту работа выполнялась полуавтоматической сваркой в среде CO₂. При этом для сборки и сварки использовалась сварочная установка, в состав которой входили: сварочный полуавтомат ПДГО-506М с источником ВДУ-306, сварочная горелка, сварочная плита, баллон с углекислотой.

Проектируемая технология предполагает замену полуавтоматической сварки несущей балки основания вагона на механизированную сварку в защитной смеси К-20 (Ar-80%; CO₂ – 20%).

2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

2.1.1 Определение технологических норм времени

Общее время на выполнение сварочной операции $T_{шт-к}$, ч., состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле:

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{пз} + t_{в} + t_{обс} + t_{п}, \quad (2.1)$$

где $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, ч.;

$t_{осн}$ – основное время, ч.;

$t_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, ч.;

$t_{в}$ – вспомогательное время, ч.;

$t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, ч.;

$t_{п}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, ч.

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Основное время ($t_{\text{осн}}$, ч.) – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. Оно определяется по формуле:

$$t_{\text{осн}} = L_{\text{шв}} / V_{\text{св}}, \quad (2.2)$$

где $L_{\text{шв}}$ – сумма длин всех швов, $\Sigma L_{\text{шв}} = 4,68$ м;

$V_{\text{св}}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{\text{св}} = 20$ м/ч;

$V_{\text{св}}$ – скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{\text{св}} = 10$ м/ч.

Определяем основное время по формуле (2.2) для обоих вариантов:

$$t_{\text{осн}} = 4,68 / 10 = 0,468 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{\text{осн}} = 4,68 / 20 = 0,234 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время $t_{\text{пз}}$ включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При его определении общий норматив времени $t_{\text{пз}}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{\text{пз}} = 10\% \text{ от } t_{\text{осн}} \quad (2.3)$$

$$t_{\text{пз}} = 0,047 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{\text{пз}} = 0,024 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время $t_{\text{в}}$ включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой $t_{\text{э}}$, осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{\text{кр}}$, очистку швов от шлака и брызг $t_{\text{бр}}$, клеймение швов $t_{\text{кл}}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{\text{уст}}$:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{з}} + t_{\text{кр}} + t_{\text{бр}} + t_{\text{уст}} + t_{\text{кл}}, \quad (2.4)$$

При полуавтоматической и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным:

$$t_{\text{з}} = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч.}$$

Время зачистки кромок или шва $t_{\text{кр}}$ вычисляют по формуле:

$$t_{\text{кр}} = L_{\text{шв}} (0,6 + 1,2 \cdot (n_{\text{с}} - 1)), \quad (2.5)$$

где $n_{\text{с}}$ – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{\text{шв}}$ – длина шва, м, $L_{\text{шв}} = 4,68 \text{ м.}$

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (2.5) для обоих вариантов

$$t_{\text{кр}} = 4,68 \cdot (0,6 + 1,2) = 8,424 \text{ мин.} = 0,14 \text{ ч.}$$

Сварка и в базовом и проектируемом варианте производится в один проход. Время на очистку швов от шлака и брызг $t_{\text{бр}}$ рассчитываем по формуле

$$t_{\text{бр}} = L_{\text{шв}} (0,6 + 1,2 \cdot (n_{\text{с}} - 1)) = 0,14 \text{ ч.}$$

Время на установку клейма $t_{\text{кл}}$ принимают 0,03 мин. на 1 знак, $t_{\text{кл}} = 0,21 \text{ мин.} = 0,0035 \text{ ч.}$

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{\text{уст}}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 8.

Таблица 8 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

Элементы работ	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время, мин.						
	вручную				краном		
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{\text{уст}} = 0,14 \text{ ч.}$$

Таким образом рассчитываем значение t_v для обоих вариантов (оно одинаково)

$$t_v = 0,083 + 0,14 + 0,14 + 0,0035 + 0,14 = 0,507 \text{ ч.}$$

Время на обслуживание рабочего места $t_{\text{обс}}$ включает в себя время на установку режима сварки, наладку автомата, уборку инструмента и т.д., принимаем равным:

$$t_{\text{обс}} = (0,06 \dots 0,08) \cdot t_{\text{осн}} \quad (2.6)$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места $t_{\text{обс}}$ по формуле (2.6) для обоих вариантов

$$t_{\text{обс}} = 0,07 \cdot 0,468 = 0,033 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{\text{обс}} = 0,07 \cdot 0,234 = 0,016 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы. При сварке в удобном положении:

$$t_{\Pi} = 0,07 \cdot t_{\text{осн}} \quad (2.7)$$

Рассчитываем t_{Π} по формуле (2.7) для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_{\Pi} = 0,07 \cdot 0,468 = 0,033 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{\Pi} = 0,07 \cdot 0,234 = 0,016 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Таким образом, расчет общего времени $T_{\text{шт-к}}$ на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле (2.1)

$$T_{\text{шт-к}} = 0,468 + 0,047 + 0,507 + 0,033 + 0,033 = 1,087 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 0,234 + 0,024 + 0,507 + 0,016 + 0,016 = 0,797 \text{ ч. (проектируемый в-т)}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,087 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 0,797 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

Определяем общую трудоемкость годовой производственной программы $T_{\text{произв. пр.}}$ сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле:

$$T_{\text{произв. пр.}} = T_{\text{шт-к}} \cdot N, \quad (2.8)$$

где N – годовая программа, шт., в нашем случае $N = 1150$ шт.

$$T_{\text{произв. пр.}} = 1,087 \cdot 1150 = 1250 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{\text{произв. пр.}} = 0,797 \cdot 1150 = 916 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

2.1.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса C_p , по формуле:

$$C_p = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{\delta} \cdot K_n} \cdot 100, \quad (2.9)$$

– где Φ_{δ} – действительный фонд времени работы оборудования, час. ($\Phi_{\delta} = 1914$ час.);

– K_n – коэффициент выполнения норм ($K_n = 1,1 \dots 1,2$).

$$C_p = 1250 / (1914 \cdot 1,2) = 0,54; \text{ примем } C_p = 1 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = 916 / (1914 \cdot 1,2) = 0,40; \text{ примем } C_p = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования C_p определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%. Таким образом, по базовой технологии используются две установки для сварки. По новой измененной технологии достаточно одной установки для автоматической сварки в среде защитного газа.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_3 производим по формуле:

$$K_3 = C_p / C_{\text{п}}, \quad (2.10)$$

где K_3 – коэффициент загрузки оборудования;

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

C_p – количество оборудования по операциям техпроцесса, шт.;

$C_{п}$ – принятое количество оборудования, шт.

При этом средний коэффициент загрузки оборудования должен стремиться к единице.

$$K_3 = 0,54 / 1 = 0,54 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_3 = 0,40 / 1 = 0,40 \text{ (проектируемый вариант).}$$

Коэффициент загрузки оборудования равен указанным значениям, так как оборудование и техоснастка не используется на других работах этого предприятия.

2.1.3 Расчет капитальных вложений

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы 9.

Таблица 9 – Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3	4
Годовая производственная программа выпуска	шт.	1150	1150
Сварочный полуавтомат ПДГО-506 с источником питания ВДУ 306, Ц опт	руб./шт.	111361	
Сварочный автомат А-1411П с источником питания ВДГ-603	руб./шт.	-	894000
Поворотная колонна, стендовая плита, набор струбцин.	руб./шт.		3509000
Вращатель	руб./шт.	1100000	1100000
Центратор	руб./шт.	785000	785000
Сталь 10ХСНД, Цк.м	руб./т	48500	48500
Сварочная проволока Св-08Г2С, Ø 2 мм, Цо.р.м	руб./кг	75	
Сварочная проволока Св-08ХНМ, Ø 2 мм, Цо.р.м	руб./кг		185

Защитный газ CO ₂ , Цз.г	руб./л	0,08	
окончание таблицы 9			
1	2	3	4
Защитный газ (смесь К-20), Цз.г	руб./л		0,11
Расход защитного газа	л/мин.	17	17
Тариф на электроэнергию, Цэл	руб./кВт-час.	3,16	3,16
Длина сварного шва	м	4,68	4,68
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	3	5
Тарифная ставка, Тст	руб.	48	69
Масса конструкции	т	0,248	0,248

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле:

$$K_{obj} = C_{obj} \cdot (1 + K_{tz}), \quad (2.11)$$

где C_{obj} – цена приобретения единицы j-ого оборудования, руб.;

K_{tz} – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, затраты устройство фундамента, монтаж, наладку ($K_{tz} = 0,12 \dots 0,25$).

$$K_{obj} = 1996361 \cdot (1 + 0,12) = 2235924 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$K_{obj} = 6288000 \cdot (1 + 0,25) = 7860000 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ определяем по формуле:

$$K_{об} = \sum K_{obj} \cdot C_{пj} \cdot K_{зj}, \quad (2.12)$$

где K_{obj} – балансовая стоимость j-ого оборудования, руб.;

$C_{пj}$ – принятое количество j-ого оборудования, шт.;

$K_{зj}$ – коэффициент загрузки j-ого оборудования, $K_{зj} = 1$.

$$K_{об} = 2235924 \cdot 1 \cdot 1 = 2235924 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{об} = 7860000 \cdot 1 \cdot 1 = 7860000 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитанные данные представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Оптовая цена единицы оборудования, руб.	1996361	6288000
Количество единиц оборудования, шт.	1	1
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	2235924	7860000
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	2235924	7860000

2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

2.2.1 Расчет технологической себестоимости металлоконструкций

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходом ресурсов при проведении сварочных работ в цехе. Расчет технологической себестоимости проводим по формуле:

$$C_T = MЗ + ЗП_p, \quad (2.13)$$

где $MЗ$ – затраты на все виды материалов, основных, комплектующих и полуфабрикатов;

$ЗП_p$ – затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос – 30% от фонда оплаты труда).

Расчет материальных затрат.

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели.

Материальные затраты (M_3 , руб.) рассчитываются по формуле:

$$M_3 = C_{o.m} + C_{эH} + C_{др.}, \quad (2.14)$$

где $C_{o.m}$ – стоимость основных материалов в расчете на одно металлоизделие, руб.;

$C_{эH}$ – стоимость электроэнергии при выполнении технологической операции сварки металлоизделия, руб.

$C_{др.}$ – стоимость прочих компонентов в расчете на одно металлоизделие.

Стоимость основных материалов ($C_{o.m}$, руб.) с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле:

$$C_{o.m} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр}, \quad (2.15)$$

где $K_{тр}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

Стоимость конструкционного материала ($C_{к.м}$)

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 10ХСНД.

$$C_{к.м} = m_k \cdot Ц_{к.м}, \quad (2.16)$$

где m_k – масса конструкции, т;

$Ц_{к.м}$ – цена одной тонны конструкционного материала, руб.

$$C_{к.м} = 0,248 \cdot 48500 = 12028 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 468720 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет затрат на электродную проволоку проводим по формуле:

$$C_{\text{св.пр}} = M_{\text{нм}} \cdot \psi \cdot Ц_{\text{с.п.}} \cdot K_{\text{тр}}, \quad (2.17)$$

где $M_{\text{нм}}$ – масса наплавленного металла, кг;

ψ – коэффициент разбрызгивания электродного металла (сварка в среде CO_2 характеризуется разбрызгиванием электродного металла, для данного вида сварки = 1,15-1,20, в смеси газов К-20 = 1,02);

$Ц_{\text{с.п.}}$ – оптовая цена 1 кг сварочной проволоки, руб.;

$K_{\text{тр}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05.

Масса наплавленного металла $M_{\text{нм}}$ рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{нм}} = V_{\text{нм}} \cdot \rho_{\text{нм}}, \quad (2.18)$$

где $V_{\text{нм}}$ – объем наплавленного металла, см^3 ;

$\rho_{\text{нм}}$ – плотность наплавленного металла, г/см^3 ($\rho_{\text{стали}} = 7,8 \text{ г/см}^3$).

Объем наплавленного металла $V_{\text{нм}}$ рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{нм}} = L_{\text{шв}} \cdot F_o, \quad (2.19)$$

где F_o – площадь поперечного сечения наплавленного металла, см^2 ;

$L_{\text{шв}}$ – длина сварного шва, см.

Исходные данные для расчетов:

$$L_{\text{шв}} = 4,68 \text{ м} = 468 \text{ см}$$

$$F_o = 32 \text{ мм}^2 = 0,32 \text{ см}^2.$$

$$V_{\text{нм}} = 468 \cdot 0,32 = 150 \text{ см}^3.$$

$$M_{\text{нм}} = 150 \cdot 7,8 = 1170 \text{ г} = 1,17 \text{ кг}$$

Производим расчеты $C_{\text{св.пр}}$ на изготовление одной металлоконструкции по формуле (2.17):

$$C_{\text{св.пр.}} = 1,17 \cdot 1,2 \cdot 75 \cdot 1,05 = 110,56 \text{ руб.}$$

(базовый вариант – сварка в CO₂);

$$C_{\text{св.пр.}} = 1,17 \cdot 1,02 \cdot 185 \cdot 1,05 = 231,82 \text{ руб.}$$

(проектируемый вариант – сварка в защитной смеси К-20).

Стоимость прочих компонентов в расчете на одно металлоизделие, (C_{зг}, газ) рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{зг}} = t_{\text{осн}} \cdot q_{\text{зг}} \cdot k_p \cdot \text{Цз.г (фл)} \cdot K_{\text{т}}, \quad (2.20)$$

где $t_{\text{осн}}$ – время сварки в расчете на одно металлоизделие, мин.;

$q_{\text{зг}}$ – расход флюса, защитного газа, кг/ мин; л/мин.;

k_p – коэффициент расхода флюса, газа; $k_p = 1,1$;

Цз.г (фл) – цена газа за один литр, флюса за 1 кг, руб.;

$K_{\text{тр}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05.

Исходные данные:

$t_{\text{осн}} = 0,468 \text{ ч.} = 28,08 \text{ мин.}$ (базовый вариант)

$t_{\text{осн}} = 0,234 \text{ ч.} = 14,04 \text{ мин.}$ (проектируемый вариант);

Расход защитного газа $q_{\text{зг}} = 17 \text{ л/мин.}$

Цз.г (CO₂) = 0,08 руб./л

Цз.г (К-20) = 0,11 руб./л

$$C_{\text{зг}} = 28,08 \cdot 17 \cdot 1,1 \cdot 0,08 \cdot 1,05 = 44,11 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{зг}} = 14,04 \cdot 17 \cdot 1,1 \cdot 0,11 \cdot 1,05 = 30,32 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» ($C_{эн}$, руб.) включает затраты на все виды топлива и энергии, которые расходуются в процессе производства данной продукции (силовая энергия).

Расчет затрат на электроэнергию на операцию проводим по формуле:

$$C_{эн} = \alpha_{э} \cdot W \cdot Ц_{э}, \quad (2.21)$$

где $\alpha_{э}$ – удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, кВт·ч/кг;

W – расход электроэнергии, кВт·ч;

$Ц_{э}$ – цена за 1 кВт·ч; $Ц_{э} = 3,16$ кВт·ч.

Для укрупнённых расчётов величину $\alpha_{э}$ можно принимать равной:

- при сварке на переменном токе, кВт·ч/кг 3...4;
- при многопостовой сварке на постоянном токе, кВт·ч/кг 6...8;
- при автоматической сварке на постоянном токе, кВт·ч/кг 5...8.

$$C_{эн} = 8 \cdot 1,17 \cdot 3,16 = 30,2 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{эн} = 5 \cdot 1,17 \cdot 3,16 = 18,5 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчет численности производственных рабочих. Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих $Ч_{ор}$ определяется для каждой операции по формуле:

$$Ч_{ор} = \frac{T_{\text{произв. пр.}}}{\Phi_{др} \cdot K_B}, \quad (2.22)$$

где $T_{\text{произв. пр.}}$ – трудоемкость производственной программы, час.;

$\Phi_{др}$ – действительный фонд времени производственного рабочего ($\Phi_{др} = 1870$ час.);

K_B – коэффициент выполнения норм выработки, $K_B = 1,1$.

$$Ч_{ор} = 1250 / (1870 \cdot 1,1) = 0,61 \text{ примем } Ч_{ор} = 1 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{ор} = 916 / (1870 \cdot 1,1) = 0,45 \text{ примем } Ч_{ор} = 1 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает 1 сварщика, по новой измененной технологии работает 1 сварщик.

При поточной организации производства число основных рабочих определяется по числу единиц оборудования с учетом его загрузки, возможного совмещения профессий и планируемых невыходов по уважительным причинам. Исходя из этого, определяем суммарное количество основных рабочих $Ч_{ор}$.

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды

Этот раздел предусматривает расчет основной и дополнительной зарплаты производственных рабочих, отчислений на социальные нужды (социальных взносов), т.е. налоговых выплат, включаемых в себестоимость.

Расходы на оплату труда ($ЗП_p$) рассчитываются по формуле:

$$ЗП_p = ЗП_о + ЗП_д, \quad (2.23)$$

– где $ЗП_о$ – основная заработная плата, руб.;

$ЗП_д$ – дополнительная заработная плата, руб.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ($ЗП_о$) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле:

$$ЗП_о = Р_{сд} \cdot K_{пр} \cdot K_d \cdot K_{сс} + Д_{вр}, \quad (2.24)$$

где $P_{\text{сд}}$ – суммарная сдельная расценка за единицу изделия, руб.;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент премирования, (данные предприятия), $K_{\text{пр}} = 1,5$;

$D_{\text{вр}}$ – доплата за вредные условия труда, руб.;

$K_{\text{сс}}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды (социальный взнос), $K_{\text{сс}} = 1,3$;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы, $K_{\text{д}} = 1,2$.

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика: $T_{\text{ст}}$ сварщика ручной дуговой сварки – 48 руб./час, $T_{\text{ст}}$ сварщика автоматической сварки – 69 руб./час.

Рассчитанное $T_{\text{шт-к}} = 1,087$ ч. (базовый вариант);

$T_{\text{шт-к}} = 0,797$ ч. (проектный вариант).

$P_{\text{сд}} = 48 \cdot 1,087 = 52,17$ руб. (базовый вариант);

$P_{\text{сд}} = 69 \cdot 0,797 = 54,97$ руб. (проектируемый вариант).

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле:

$$D_{\text{вр}} = T_{\text{ст}} \cdot T_{\text{вр}} \cdot (0,1 \dots 0,31), \quad (2.25)$$

где $D_{\text{вр}}$ – доплата за вредные условия труда, руб.;

$T_{\text{ст}}$ – тарифная месячная ставка, руб.;

$T_{\text{вр}}$ – время работы во вредных условиях труда, мин.

$T_{\text{вр}} = T_{\text{шт-к}} (0,1 \dots 0,31)$, мин.; коэффициент в пределах $(0,10 \dots 0,31)$.

$D_{\text{вр}} = 48 \cdot 1,087 \cdot 0,2 = 10,43$ руб. (базовый вариант);

$D_{\text{вр}} = 69 \cdot 0,797 \cdot 0,2 = 10,99$ руб. (проектируемый вариант);

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$ЗП_О = 52,17 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,2 + 10,43 = 132,51 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_О = 54,97 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,2 + 10,99 = 139,62 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле:

$$ЗП_д = К_д \cdot ЗП_О \cdot К_{сс}, \quad (2.26)$$

где $ЗП_д$ – выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

$ЗП_О$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$К_д$ – коэффициент дополнительной заработной платы. $К_д = 1,13$;

$К_{сс}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные взносы.

$$К_{сс} = 1,3.$$

$$ЗП_д = 1,13 \cdot 132,51 \cdot 1,3 = 194,65 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_д = 1,13 \cdot 139,62 \cdot 1,3 = 205,11 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле (2.23), составляют:

$$ЗП_p = 132,51 + 194,65 = 327,16 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$ЗП_p = 139,62 + 205,11 = 344,73 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости C_T изготовления годового объема выпуска металлоконструкций ($N=1150$ шт.) в таблицу 11.

Таблица 11 – Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Затраты на основные материалы, $C_{o.m}$, руб.	15130874	15264359
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$, руб.	34730	21275
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $ЗП_p$, руб.	376228	396438
Технологическая себестоимость годового выпуска, C_T , руб.	15541832	15682072

2.2.2 Расчет полной себестоимости изделия

Перед расчетом полной себестоимости изготовления металлоконструкции рассчитывается технологическая, а затем производственная себестоимость изготовления одной металлоконструкции.

Производственная себестоимость ($C_{пр}$, руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет $C_{пр}$ проводят по формуле:

$$C_{пр} = C_T + P_{пр} + P_{хоз}, \quad (2.27)$$

где C_T – технологическая себестоимость, руб.;

$P_{пр}$ – общепроизводственные (цеховые) расходы, руб.;

$P_{хоз}$ – общехозяйственные расходы, руб.

Общепроизводственные расходы определяются по формуле:

$$P_{\text{пр}} = C_A + C_p + P_{\text{пр}}^*, \quad (2.28)$$

где C_A – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

C_p – на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

$P_{\text{пр}}^*$ – расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

В статью «Общепроизводственные расходы» ($P_{\text{пр}}$, руб.) включаются расходы на:

оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих;

амортизацию оборудования;

ремонт основных средств;

охрану труда работников;

содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др.

Затраты на амортизацию оборудования. Рассчитываем по формуле:

$$C_A = \frac{K_{\text{об}} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{\text{шт-к}} \cdot K_O}{100 \cdot \Phi_D \cdot K_B}, \quad (2.29)$$

где $K_{\text{об}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования, руб.;

H_A – норма годовых амортизационных отчислений, %; для механизированной сварки $H_A = 14,7$ %;

Φ_D – действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час. $\Phi_D = 1914$ час.;

$T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, час.;

K_O – коэффициент загрузки оборудования;

n_o – количество оборудования, шт.;

K_B – коэффициент, учитывающий выполнение норм времени, $K_B = 1,1$.

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие:

$$C_A = [(2235924 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 1,087) / (100 \cdot 1914 \cdot 1,1)] \cdot 0,54 = 92,33 \text{ руб.}$$

(базовый вариант);

$$C_A = [(7860000 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 0,797) / (100 \cdot 1914 \cdot 1,1)] \cdot 0,40 = 174,39 \text{ руб.}$$

(проектируемый вариант).

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле:

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot D}{100}, \quad (2.30)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование и техоснастку, руб.;

D принимается равным 3 %.

$$C_p = (2235924 \cdot 3) / 100 = 67078 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$C_p = (7860000 \cdot 3) / 100 = 235800 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются формуле:

$$P_{пп}^* = \frac{\%P_{пп} \cdot ЗП_o}{100}, \quad (2.31)$$

где $ЗП_o$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\%P_{\text{пр}}$ – процент общепроизводственных расходов на содержание производственных помещений и прочих цеховых расходов, %. $P_{\text{пр}} = 10$.

$$P_{\text{пр}}^* = 132,51 \cdot 1150 \cdot 0,1 = 15238 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{пр}}^* = 139,62 \cdot 1150 \cdot 0,1 = 16057 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (2.28):

$$P_{\text{пр}} = (92,33 \cdot 1150) + 67078 + 15238 = 188492 \text{ руб.}$$

(базовый вариант);

$$P_{\text{пр}} = (174,39 \cdot 1150) + 235800 + 16057 = 452407 \text{ руб.}$$

(проектируемый вариант).

В статью «Общехозяйственные расходы» ($P_{\text{хоз}}$, руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле:

$$P_{\text{хоз}} = \frac{\%P_{\text{хоз}} \cdot 3\Pi_o}{100}, \quad (2.32)$$

где $3\Pi_o$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\% P_{\text{хоз}}$ – процент общехозяйственных расходов, %, $\% P_{\text{хоз}} = 25$.

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$P_{\text{хоз}}$ годовой программы:

$$P_{\text{хоз}} = 92,33 \cdot 1150 \cdot 0,25 = 38095 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{хоз}} = 174,39 \cdot 1150 \cdot 0,25 = 40142 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций при базовом и проектируемом вариантах технологии $C_{\text{пр}}$ рассчитывается по формуле (2.27):

$$C_{\text{пр}} = 15541832 + 188492 + 38095 = 15768419 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{пр}} = 15682072 + 452407 + 40142 = 16174620 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» ($P_{\text{к}}$, руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле:

$$P_{\text{к}} = \frac{\% P_{\text{к}} \cdot C_{\text{пр}}}{100}, \quad (2.33)$$

где $\%P_{\text{к}}$ – процент коммерческих расходов от производственной себестоимости, $\%P_{\text{к}} = 0,1\%$.

$$P_{\text{к}} = 15768419 \cdot 0,001 = 15768 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{к}} = 16174620 \cdot 0,001 = 16175 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций (C_{Π}) включает затраты на производство ($C_{\Pi P}$) и коммерческие расходы (P_k):

$$C_{\Pi} = 15768419 + 15768 = 15784188 \text{ руб.}$$

(базовый вариант);

$$C_{\Pi} = 16174620 + 16175 = 16190795 \text{ руб.}$$

(проектируемый вариант).

Результаты расчетов представлены в таблицу 12.

Таблица 12 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	1150	1150	
1. Материальные затраты, МЗ:	15165604	15285634	120030
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, ЗП _p	376228	396438	20209
3. Технологическая себестоимость C_t , руб.	15541832	15682072	140240
4. Общепроизводственные расходы, $P_{\Pi P}$	188492	452407	263915
5. Общехозяйственные расходы, $P_{\text{ХОЗ}}$	38095	40142	2046
6. Производственная себестоимость, $C_{\Pi P}$	15768419,4	16174620,36	406201
7. Коммерческие расходы, P_k ,	15768	16175	406
8. Полная себестоимость, C_{Π}	15784188	16190795	406607

2.2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

Расчет основных показателей сравнительной эффективности проводим, как случай проектирования конструкторско-технологических усовершенствований, обеспечивающих выполнение сварочных работ для металлоконструкций, используемых в качестве товарной продукции, т.е. - реализуемой на сторону.

Годовой выпуск продукции составляет 1150 шт.

Годовая экономия (-) или превышение (+) по технологической себестоимости, ΔC рассчитывается по формуле:

$$\Delta C = C_{T1} - C_{T2}, \quad (2.34)$$

где C_{T1} , C_{T2} – технологическая себестоимость годового объема выпуска детали по сравниваемым вариантам (1 – базовый вариант; 2 – проектируемый вариант), руб.;

Годовой перерасход по технологической себестоимости составит:

$$\Delta C = 15541832 - 15682072 = -140240 \text{ руб.}$$

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, Π , руб. рассчитываем по формуле:

$$\Pi = B - C_{\Pi}, \quad (2.35)$$

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Π , руб.) по формуле:

$$\Pi = C_{\Pi} \cdot K_p, \quad (2.36)$$

Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции, K_p , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность,

долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте – 1,3; в проектируемом – 1,5.

$$\Pi_1 = (15784188 / 1150) \cdot 1,3 = 17843 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = (16190795 / 1150) \cdot 1,5 = 21118 \text{ руб.}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по базовому и проектируемому вариантам:

$$B_1 = 17843 \cdot 1150 = 20519444 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 21118 \cdot 1150 = 24286192 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий

$$\Pi_1 = 20519444 - 15784188 = 4735256 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 24286192 - 16190795 = 8095397 \text{ руб.}$$

Прирост прибыли $\Delta\Pi$ в проектируемом варианте выражается следующей цифрой:

$$\Delta\Pi = 3360141 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, $N_{кр}$) проводим по формуле:

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{Ц - C_{пер.}}, \quad (2.37)$$

где $N_{кр}$ – критический объем выпуска продукции, металлоизделий в расчете на год;

$C_{пост.}$ – постоянные затраты (полная себестоимость годовой производственной программы выпуска металлоизделий ($C_{п.}$), за вычетом технологической себестоимости в расчете на годовую программу выпуска, $C_{т.}$);

$Ц$ – отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

$C_{пер.}$ – переменные затраты, включающие технологическую себестоимость единицы изделия, руб./изделие.

$$N_{кр1} = (15784188 - 15541832) / (17843 - 13515) = 56 \text{ шт.}$$

$$N_{кр2} = (16190795 - 15682072) / (21118 - 13637) = 68 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R , проводим по формуле:

$$R = \frac{П}{C_n} * 100, \quad (2.38)$$

$$R_1 = 30 \%$$

$$R_2 = 50 \%$$

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.), $П_{тр}$ производим по формуле:

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_{\text{тр}} = \frac{B}{\text{Ч}_{\text{ор}}}, \quad (2.39)$$

где B – выручка от реализации годового объема металлоизделий, руб.;

$\text{Ч}_{\text{ор}}$ – численность производственных рабочих, чел.

$$P_{\text{тр1}} = 20519444 / 1 = 20519444 \text{ руб./чел.}$$

$$P_{\text{тр2}} = 24286192 / 1 = 24286192 \text{ руб./чел.}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, $T_{\text{ок}}$ производим по формуле:

$$T_o = \frac{\Delta K_o}{\Delta \Pi}, \quad (2.40)$$

где ΔK_d – дополнительные капитальные вложения, руб.;

$\Delta \Pi$ – изменение (прирост, уменьшение) прибыли в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым, руб.

$$T_o = (7860000 - 2235924) / 3360141 = 1,67 \text{ года}$$

Результаты расчетов показателей экономической эффективности оформлены в таблицу 13.

Таблица 13 – Техничко-экономические показатели проекта

Показатели	Ед. изм.	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
		Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4	5
Годовой выпуск продукции, N	шт.	1150	1150	

Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	20519444	24286192	3766748
Капитальные вложения, К _{об}	руб.	2235924	7860000	5624076
Технологическая себестоимость металлоизделия, С _т	руб.	15541832	15682072	140240

окончание таблицы 13

1	2	3	4	5
Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, С _п	руб.	15784188	16190795	406607
Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	4735256	8095397	3360141
Численность производственных рабочих, Ч	чел.	1	1	0
Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П _{тр}	руб./чел.	4735256	8095397	3360141
Рентабельность продукции, R	%	30	50	20
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Т _{ок})		1 год 8 месяцев		
Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	56	68	12

Вывод: Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен, прежде всего, в сфере эксплуатации за счет повышения долговечности сварных соединений конструкции металлоизделия.

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена лишь за счет сокращения доли общепроизводственных и общехозяйственных расходов в удельной себестоимости металлоизделия, поскольку эти затраты, оставаясь неизменными в целом по предприятию, списываются на себестоимость изделий пропорционально заработной плате производственных рабочих.

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 Методическая часть

В технологической части дипломного проекта разработана технология изготовления несущей балки основания вагона. В процессе разработки предложена замена полуавтоматической электродуговой сварки на автоматизированную электродуговую сварку в среде защитного газа с использованием сварочный автомат А-1411П. Для осуществления данного технологического процесса разработана технология, предложена замена сборочного и сварочного оборудования на более современное, что позволяет использование сварочных роботов для производства процесса сварки. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» уровень квалификации 3. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (4-го разряда), в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

Для разработки программы переподготовки необходимо изучить и проанализировать такие нормативные документы как Профессиональные стандарты. *Профессиональный стандарт* является новой формой определения квалификации работника по сравнению с единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих и единым квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и служащих.

Профессиональные стандарты применяются:

– работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников, разработке должностных инструкций, тарификации работ, присвоении

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

тарифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;

– образовательными организациями профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;

– при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

В данном случае рассмотрим следующие профессиональные стандарты:

1. Профессиональный стандарт «Сварщик» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301)

2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег.№ 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426).

На первом этапе рассмотрим функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» (3-го разряда), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтоматической сварки в среде защитных газов.

В таблице 14 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» и «Оператор автоматической сварки плавлением».

Таблица 14 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» и «Оператор автоматической сварки плавлением»

Характеристики	Сварщик частично механизированной сварки плавлением	Оператор автоматической сварки плавлением
1	2	3
Трудовая функция	Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками.	Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов.
Трудовые действия	<p>Ознакомление с конструкторской и производственно-технологической документацией по сварке.</p> <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования.</p> <p>Зачистка ручным или механизированным инструментом элементов конструкции (изделия, узлы, детали) под сварку.</p> <p>Выбор пространственного положения сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей).</p> <p>Сборка элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений.</p> <p>Сборка элементов конструкции (изделия, узлы, детали) под сварку на прихватках.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленных и собранных с применением сборочных приспособлений элементов конструкции (изделия, узлы, детали) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p>	<p>Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документации.</p> <p>Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты.</p> <p>Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования.</p> <p>Собирает конструкции под сварку с применением сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленной под сварку конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением.</p> <p>Извлечение сварной конструкции из сборочных приспособлений и технологической оснастки.</p>

продолжение таблицы 14

1	2	3
	<p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленных и собранных на прихватках элементов конструкции (изделия, узлы, детали) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p> <p>Зачистка ручным или механизированным инструментом сварных швов после сварки.</p> <p>Удаление ручным или механизированным инструментом поверхностных дефектов (поры, шлаковые включения, подрезы, брызги металла, наплывы и т.д.).</p> <p>Проверка оснащенности сварочного поста частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Проверка работоспособности и исправности оборудования поста частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Проверка наличия заземления сварочного поста частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Подготовка и проверка сварочных материалов для частично механизированной сварки (наплавки).</p> <p>Настройка оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением для выполнения сварки.</p> <p>Выполнение предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева металла.</p> <p>Выполнять частично механизированную сварку (наплавку) плавлением простых деталей неответственных конструкций.</p> <p>Контролировать с применением измерительного инструмента сваренные частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением детали на соответствие геометрических размеров требованиям</p>	<p>Контроль с применением измерительного инструмента сварной конструкции на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Исправление дефектов сварных соединений, обнаруженных в результате контроля.</p> <p>Контроль исправления дефектов сварных соединений.</p> <p>Выполнение настройки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Выбор и регулировка режимов полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Выполнение полностью механизированной или автоматической сварки плавлением с регулировкой параметров сварочного оборудования в процессе сварки.</p> <p>Проведение инструктажа специалистов, работающих на налаживаемых установках</p>

продолжение таблицы 14

1	2	2
	<p>конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p> <p>Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настройка сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>Выполнение частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций с применением специализированных функций (возможностей) сварочного оборудования.</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента сваренных частично механизированной сваркой (наплавкой) сложных и ответственных конструкций на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p> <p>Исправление дефектов частично механизированной сваркой (наплавкой)</p>	
Необходимые умения:	<p>Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей).</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки.</p>	<p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку.</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.</p> <p>Пользоваться техникой полностью механизированной и автоматической сварки</p>

продолжение таблицы 14

1	2	3
	<p>Использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p> <p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p> <p>Проверять работоспособность и исправность оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Выбирать пространственное положение сварного шва для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Владеть техникой предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке.</p> <p>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением простых деталей неответственных конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва.</p> <p>Контролировать с применением измерительного инструмента сваренные частично механизированной сваркой плавлением простые детали на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p>	<p>плавлением металлических материалов.</p> <p>Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения.</p> <p>Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.</p> <p>Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.</p> <p>Определять нарушения режимов по внешнему виду сварных швов.</p> <p>Выполнять настройку и регулировку оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, в том числе в процессе выполнения сварки.</p> <p>Настраивать устройства промышленной визуализации (тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические) и устройства слежения за процессом сварки.</p>

продолжение таблицы 14

1	2	3
	<p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p> <p>Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей).</p> <p>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением во всех пространственных положениях сварного шва сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции.</p> <p>Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой)</p>	<p>Выполнять наладку оборудования и приспособлений для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, устранять неисправности в их работе.</p> <p>Контролировать работу оборудования для механизированной и автоматической сварки плавлением с использованием контрольно-измерительных приборов и автоматики.</p> <p>Рассчитывать и измерять основные параметры электрических, магнитных и электронных цепей.</p>
Необходимые знания	<p>Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах.</p> <p>Правила подготовки кромок изделий под сварку.</p> <p>Основные группы и марки свариваемых материалов.</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения.</p> <p>Правила сборки элементов конструкции под сварку.</p> <p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки.</p>	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.</p>

продолжение таблицы 14

1	2	3
	<p>Способы устранения дефектов сварных швов.</p> <p>Правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ.</p> <p>Правила по охране труда, в том числе на рабочем месте.</p> <p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением и обозначение их на чертежах.</p> <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения.</p> <p>Правила эксплуатации газовых баллонов.</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением для сварки простых деталей ответственных конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва.</p> <p>Выбор режима подогрева и порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла.</p> <p>Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых (наплавляемых) изделиях.</p>	<p>Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением.</p> <p>Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к сборке конструкции под сварку.</p> <p>Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.</p> <p>Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля.</p> <p>Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения.</p> <p>Правила технической эксплуатации электроустановок.</p> <p>Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ.</p> <p>Правила эксплуатации газовых баллонов.</p> <p>Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.</p>

продолжение таблицы 14

1	2	3
	<p>Причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления.</p> <p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением.</p> <p>Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций.</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва.</p> <p>Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций.</p> <p>Порядок исправления дефектов сварных швов.</p>	<p>Конструкция оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением (электрические, кинематические схемы), причины возникновения неисправностей и способы их устранения.</p> <p>Тепловые, механические, электромеханические, магнитные, лазерные, оптические устройства промышленной визуализации сварочных процессов и слежения за сварочными процессами.</p> <p>Особенности настройки и регулировки оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки, в том числе в процессе выполнения сварки.</p> <p>Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях.</p> <p>Виды коррозии и факторы, приводящие к ее появлению.</p> <p>Функциональные и принципиальные электрические схемы, чертежи механизмов и узлов используемого оборудования.</p> <p>Основы металлографии сварных швов.</p> <p>Основные виды термической обработки сварных соединений.</p>
Другие характеристики:	<p>Область распространения частично механизированной сварки (наплавки) плавлением в соответствии с данной трудовой функцией:</p> <p>сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с механизированной подачей проволоки: сварка дуговая порошковой самозащитной</p>	

окончание таблицы 14

1	2	3
	<p>проволокой; сварка дуговая под флюсом сплошной проволокой; сварка дуговая под флюсом порошковой проволокой; сварка дуговая сплошной проволокой в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в инертном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в инертном газе; сварка дуговая сплошной проволокой в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с флюсовым наполнителем в активном газе; сварка дуговая порошковой проволокой с металлическим наполнителем в активном газе; сварка плазменная плавящимся электродом в инертном газе.</p>	
Характеристики выполняемых работ:	<p>прихватка элементов конструкции частично механизированной сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва;</p> <p>частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками;</p> <p>наплавка простых и сложных инструментов, баллонов и труб, дефектов деталей машин и механизмов;</p> <p>исправление дефектов сваркой.</p>	

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям «Сварщик частично механизированной сварки плавлением» и «Оператор автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания:

– Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением, и обозначение их на чертежах.

– Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.

– Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку плавлением.

– Основные группы и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением. Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.

– Требования к сборке конструкции под сварку

– Технология полностью механизированной и автоматической сварки плавлением.

– Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля
Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения.

– Правила технической эксплуатации электроустановок Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте.

Необходимые умения:

– Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку.

– Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку.

– Пользоваться техникой полностью механизированной и автоматической сварки плавлением металлических материалов.

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования для своевременной корректировки режимов в случае отклонений параметров процесса сварки, отклонений в работе оборудования или при неудовлетворительном качестве сварного соединения.

– Применять измерительный инструмент для контроля собранных и сваренных конструкций (изделий, узлов, деталей) на соответствие требованиям конструкторской и производственно-технологической документации.

– Исправлять выявленные дефекты сварных соединений.

На основании выявленного сравнения возможно разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

3.2 Разработка учебного плана переподготовки

В соответствии с рекомендациями Института развития профессионального образования учебный план для переподготовки рабочих предусматривает наименование и последовательность изучения предметов, распределение времени на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен. Теоретическое обучение при переподготовке рабочих содержит экономический, общепромышленный и специальный курсы. Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при переподготовке определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих. Количество часов на консультации определяется на местах в зависимости от необходимости этой работы. Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчета до 15 минут на одного обучаемого. Время на

квалификационную пробную работу выделяется за счет практического обучения.

Исходя из сравнительного анализа квалификационных характеристик и рекомендаций Института развития профессионального образования, разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», который представлен в таблице 15. Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 15 – Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» 4-го квалификационного разряда

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ		52
1.1	Основы экономики отрасли	6
1.2	Материаловедение	6
1.3	Основы электротехника	4
1.4	Чтение чертежей	4
1.5	Спецтехнология	32
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ		124
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей в сварочных мастерских	16
2.2	Работа на предприятии	94
	Консультации	6
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	176

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом технического обучения предприятия.

3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых профессиональных компетенций, включающих в себя систему знаний об основах современной техники и технологии производства, необходимую для прочного овладения профессией и развития профессионального мастерства, формирования ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции.

Нами разработана программа предмета «Спецтехнология» на основе Профессионального стандарта, учебного плана переподготовки и учета требований работодателей. Учебная программа предмета «Спецтехнология» представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Учебная программа предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Источники питания	2
2	Стандартное механическое оборудование	2
3	Оборудование для дуговой автоматической сварки в защитных газах	14
3.1	Общие сведения и квалификация сварочных автоматов	2
3.2	Устройство и основные узлы сварочных автоматов	2
3.3	Электрические схемы автоматов	2
3.4	Типовые конструкции сварочных автоматов	4
3.5	Техническое обслуживание автоматов	3
4	Технология автоматической сварки в защитных газах	16
4.1	Особенности автоматической сварки в защитных газах	4
4.2	Особенности сварки углеродистых и низколегированных сталей	4
4.3	Выполнение сварки во всех пространственных положениях сварного шва	4
4.4	Режимы автоматической сварки в защитных газах	4
5	Контроль качества сварных швов	2
6	Охрана труда	2
Итого		32

В данной программе предусматривается изучение технологии и техники автоматической сварки в защитных газах, устройства, работы и эксплуатации оборудования различных типов, марок и модификаций.

3.4 Разработка плана урока по теме «Устройство и основные узлы сварочных автоматов, используемых при сварке в среде защитных газов»

Тема предмета «Оборудование для автоматической сварки в защитных газах»

Тема урока «Устройство и основные узлы сварочных автоматов, используемых при сварке в среде защитных газов»

Цели занятия:

Обучающая: формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочных автоматов, их назначении и принципе работы.

Развивающая: развивать техническое и логическое мышление, память, внимание.

Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета

Тип урока: ознакомление обучаемых с новым материалом.

Методы обучения: словесный, наглядный, объяснительно-иллюстративные методы.

Методическое оснащение урока:

1 Материально-техническая база:

– кабинет спецтехнологии;

2. Дидактическое обеспечение:

– плакат: «Сварочный автомат А-1411П»

– учебники: Виноградов В.С. Электрическая дуговая сварка: учебник для нач. проф. Образования/В.С. Виноградов.- 5-е изд. стер. -М.: Издательский центр «Академия» 2012. -320с.

Овчинников В.В. Сварка и резка деталей из различных сталей, цветных металлов и их сплавов, чугуна во всех пространственных положениях: учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования /ВВ Овчинников.- М.:Издательский центр «Академия» 2014. -304с.

Структура урока:

1 Организационный момент;

2 Подготовка обучающихся к изучению нового материала;

– сообщение темы и цели занятия;

– актуализация опорных знаний.

3 Изучение нового материала:

– назначение сварочных автоматов;

– основные узлы и механизмы сварочных автоматов;

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– комплектование сварочного поста.

4 Закрепление знаний

5 Подведение итогов занятия, задание на дом.

Таблица 17 – План-конспект «Оборудование для автоматической сварки в защитных газах»

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 5 минут	Здравствуйте, прошу вас садиться, приготовьте тетради и авторучки. Староста, назовите отсутствующих на занятии обучаемых.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 5 минут	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для автоматической сварки в защитных газах» Тема занятия: «Устройство и основные узлы сварочных автоматов, используемых при сварке в среде защитных газов» Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочных автоматов, их назначение и принцип работы»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных знаний 10 минут	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Чем отличается аппарат для автоматической сварки от аппарата для механизированной сварки? 2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах? 3. Расскажите о системе обозначения аппаратов для автоматической сварки.	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих опрашиваю выборочно.

Изложение нового материала 35 минут	<p>Хорошо! Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Назначение сварочных автоматов; – Основные узлы и механизмы сварочных автоматов; – Комплектование сварочного поста. <p>По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты – на которые я буду обращать внимание.</p> <p>Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам.</p>	Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение.
--	---	--

продолжение таблицы 17

1	2	2
	<p>Автоматическая сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительно-монтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке и т. д.</p> <p>Автоматы для дуговой сварки плавящимся электродом классифицируют по нескольким признакам в соответствии со стандартом.</p> <p>По способу защиты сварочной дуги принята следующая классификация автоматов: в активных защитных газах (Г); в инертных газах (И); под флюсом (Ф); открытой дугой (О).</p> <p>По способу регулирования скорости подачи электродной проволоки выпускаются автоматы с плавным, ступенчатым и комбинированным регулированием.</p> <p>Автоматы различают также по способу подачи электродной проволоки: толкающему, тянущему, универсальному. Стабилизация выходных параметров источника питания совместно со стабилизацией скорости подачи электродной проволоки позволяет получать сварные соединения высокого качества.</p> <p>Для дуговой сварки изделий с различными формой и размерами сварных швов (криволинейные швы, швы с переменным сечением и т. д.) широко применяют автоматы подвешного типа.</p> <p>В большинстве случаев эти автоматы самоходные. Их перемещение осуществляется по направляющему рельсу с помощью самоходной тележки.</p> <p>В зависимости от способа сварки автоматы подвешного типа могут быть</p>	<p>По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автоматов.</p> <p>Разбираем классификацию автоматов для дуговой сварки плавящимся электродом. Записываем под диктовку.</p> <p>Наблюдаю за конспектированием.</p> <p>Останавливаюсь, говорю медленно для того, чтобы успели записать под диктовку.</p>

	<p>укомплектованы источником переменного или постоянного тока, которые обеспечивают номинальный сварочный ток и имеют необходимую внешнюю характеристику.</p> <p>Отечественная промышленность на базе унифицированных узлов выпускает серию подвесных самоходных сварочных автоматов А-1400.</p> <p>А-1401, А-1410 предназначены для дуговой сварки под флюсом углеродистых сталей.</p>	<p>Начинаем разбирать характеристики автоматов для сварки под флюсом.</p>
--	---	---

продолжение таблицы 17

1	2	3
---	---	---

А-1417 для дуговой сварки в среде углекислого газа углеродистых сталей.

А-1431 для дуговой сварки в среде инертного газа изделий из алюминия и его сплавов.

Сварочные автоматы серии А-1400 рассчитаны на длительную работу и могут применяться как самостоятельно, так и входить в комплект сварочных автоматических линий. Отличительная особенность сварочных автоматов серии А-1400 – их пригодность для дуговой сварки различных типов швов. Эти сварочные автоматы обеспечивают широкий диапазон регулирования режимов сварки, а также возможность быстрой переналадки при изменении сварочной технологии.

В конструкцию автоматов для дуговой сварки под флюсом серии А-1400 входят следующие унифицированные узлы:

- суппорт;
- подающий механизм;
- механизм вертикального перемещения;
- самоходная тележка;
- кассета с электродной проволокой;
- пульт управления.

Общий вид сварочного автомата представлена на рисунке 1.

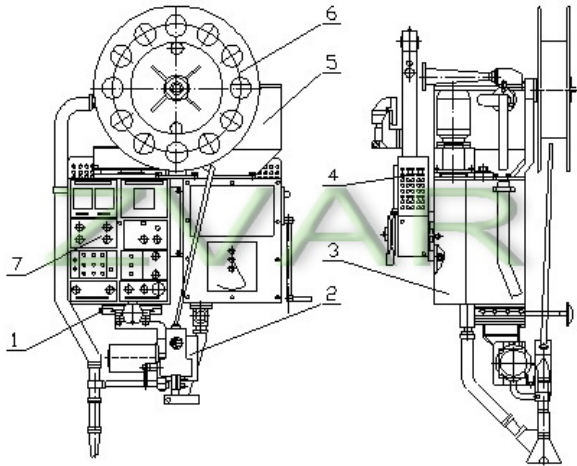


Рисунок 1 – Сварочный автомат типа А1400

Технические характеристики унифицированной серии автоматов А1400 приведены в таблице 1.

Обращаю внимание на конкретные особенности автоматов.

Внимательно рассматриваем плакат.

Обращаю внимание на детализовку сварочного автомата серии А-1400.

Зарисовываем блок схему данного автомата.

Начинаем разбирать характеристики автоматов для сварки.

продолжение таблицы 17

1	2	3
---	---	---

Таблица 1 – Технические характеристики
серии автоматов А1400

Тип, марка	Номинальный сварочный ток, А	Диаметр электродной проволоки, мм	Скорость, м/ч		Габаритные размеры, мм	Масса, кг
			подачи электрод- ной прово- локи	сварки		
А-1406	1000	2–5	13–133	12–120	1010×890×1725	215
А-1410	2000	2–5	53–532	24–240	1070×845×1820	325
А-1411П	1000	2–4	53–530	12–120	890×960×1650	350
А-1416	1000	2–5	17–558	12–120	1820×815×930	365
А-1417	1000	2–5	53–532	12–120	1070×770×1650	240
А-1431	750	1,4–4	80–800	12–120	1070×770×1650	240
АД-П1	315	1,4	–	10–70	515×405×1480	80
ГДФ-1001	100	3–5	55–558	–	1845×1050×1680	298
АД-143	1200	3–4	60–600	3–30	1400×610×1265	297

При дуговой сварке в среде защитного газа в автомате А-1417 или А-1431 флюсовую аппаратуру заменяют газовой, а мундштук – сварочный горелкой.

В автомате серии А-1400 применена схема тянущего подающего механизма, что обеспечивает равномерную подачу электродной проволоки как стальной, так и алюминиевой.

Сварочный автомат А-1411П предназначен для дуговой сварки в среде углекислого или инертного газа стальной электродной проволокой сплошного сечения изделий типа балок, ребер жесткости и т. д. Отличительная особенность автомата А-1411П – увеличение почти в 2 раза вертикального и горизонтального перемещения (хода) сварочной головки по сравнению со сварочными автоматами серии А-1400, а также возможность обеспечения системой слежения за стыком шва и его поиска перед началом сварочного процесса.

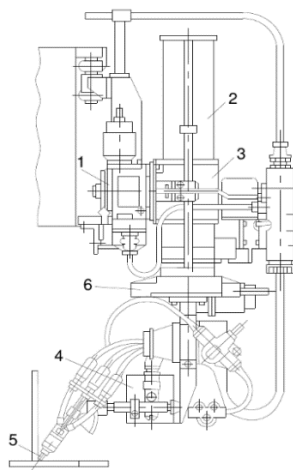


Рисунок 2 – Схема сварочного автомата
А-1411П

Обращаю внимание
на технические
характеристики
автоматов.

Обращаю внимание
на конкретные
особенности
автоматов

Внимательно
рассматриваем
плакат. Обращаю
внимание на
детализовку
сварочного автомата
А1411П.
Зарисовываем блок-
схему данного
автомата.

окончание таблицы 17

1	2	3
Первичное закрепление материала 10 минут	Теперь я прошу вас ответить на мои вопросы для того, чтобы выяснить на сколько вы усвоили новый материал. 1. По каким признакам классифицируются сварочные автоматы? 2. Каково назначение основных устройств сварочных автоматов? 3. Для каких целей комплектуют автоматы консольно-поворотным устройством?	Провожу фронтальный опрос обучающихся. Активизирую деятельность обучающихся, задавая вопросы по новому материалу. Остальных прошу следить за ответами, дополнять и делать вывод. Выставляю оценки в журнал.
Выдача домашнего задания 5 минут	Запишите домашнее задание: 1) Изучить материал конспекта; 2) Прочитать внимательно параграф 5.2 в учебнике Виноградов В.С. Электрическая дуговая сварка	Инструктирую обучающихся по выполнению домашнего задания.

Методическая часть дипломного проекта раскрывает научно-обоснованную целенаправленную учебно-методическую работу преподавателя, которая обеспечивает единство планирования, организации и контроля качества усвоения нового содержания обучения в системе начального профессионального образования. Содержание технологического раздела дипломного проекта явилось составной частью методической разработки.

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования. Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением»;
- составили учебный план для профессиональной переподготовки персонала, работающего на автоматических машинах;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;

- разработали план-конспект урока;
- разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаем, что данную разработку возможно использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В технологической части дипломного проекта разработана технология изготовления несущей балки основания вагона. В процессе разработки предложена замена полуавтоматической электродуговой сварки на автоматизированную электродуговую сварку в среде защитного газа с использованием сварочного автомата А-1411П.

В процессе разработки выпускной квалификационной работы проведен технико-экономический расчет, подтверждающий целесообразность внедрения разработанного технологического процесса. Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен в сфере эксплуатации за счет повышения долговечности сварных соединений конструкции металлоизделия.

Реализация разработанной технологии предполагает переподготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования. В методической части разработан учебный план переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением».

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: учебник для студентов вузов / А. И. Акулов, Г. А. Бельчук, В. П. Демянцевич В.П. – М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.: ил.
- 2 Багрянский, К.В. Теория сварочных процессов / К.В. Багрянский, З.А. Добротина, К.К. Хренов. – Киев: Вища школа, 1976. – 424с.
- 3 Верховенко, Л.В. Справочник – сварщика/ А.Н. Тунин, Л.В.Верховенко. – М.: Высш. шк., 1990. - 497 с.
- 4 Волченко, В.Н. Контроль качества сварки / В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1975. – 328 с.
- 5 Геворкян, В. Г. Основы сварочного дела [Текст] / В.Г. Геворкян. – М.: Высш. шк., 1985. – 168 с.
- 6 Елагин, А. В. Сварка в среде защитных газов/ А.В. Елагин. – М: Машиностроение, 1971. – 263 с.
- 7 Королёв, Н.В. Расчёты тепловых процессов при сварке: учебное пособие. / Н.В. Королёв. – Екатеринбург: УГТУ, 1996. – 156с.
- 8 Куркин, С.А., Сварные конструкции. / Г.А. Николаев, С.А. Куркин. – М.: Высш. шк., 1991. – 397 с.
- 9 Николаев, Г.А. Сварка в машиностроении: справочник, / Г.А. Николаев. – М.:Машиностроение, 1978.
- 10 Николаев, Г.А. Сварка в машиностроении: справочник: в 3-х т./ под ред. Г.А. Николаева. – М.: Машиностроение, 1978. Т.2. – 391с.
- 11 Потапьевский, А. Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом/ А.Г. Потапьевский. – М.: Машиностроение, 1974. – 233 с.
- 12 Сорокин, В.Г. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова. - М.:Машиностроение, 1989. – 640 с.
- 13 Справочник сварщика / Под ред. В.В. Степанова. – Изд. 3-е. – М.: Машиностроение, 1975. – 520с.
- 14 Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. / Под ред. акад. Б. Е. Патона. – М.: Машиностроение, 1974. – 768 с.

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

15 Шоршоров, М. Х. Фазовые превращения и изменения свойств стали при сварке [Текст] / М.Х Шоршоров, В.В. Белов. – М.: Наука, 1992. – 220 с.

16 Алексеенко, Н.А. Экономика промышленного предприятия: учеб. пособие / Н.А.Алексеенко, И.Н.Гуров. 2-е изд., доп. и перераб. - Минск: Изд-во Гревцова, 2011. – 264 с.

17 Волков, О.И. Экономика предприятия: учеб. пособие / О.И. Волков, В.К. Скляренко. 2-е изд. М.: ИНФРА-М, 2013. – 264 с.

18 Грибов, В.Д. Экономика предприятия: учебник. Практикум / В.Д. Грибов, В.П. Грузинов. 5-е изд., перераб. и доп. -М.: КУРС; ИНФРА-М, 2013. – 448 с.

19 Прикладная экономика: учебник /Г.И.Журухин [и др.]; Под ред. Г.И.Журухина, Т.К.Руткаускас. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2015. – 364 с.

20 Руткаускас, Т.К. Экономика предприятия: учеб. пособие /Т.К. Руткаускас, Г.И. Журухин. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2015. – 316 с.

21 Загвязинский, В. И. Теории обучения и воспитания [Текст] : учебник для вузов [Гриф УМО] / В. И. Загвязинский, И. Н. Емельянова. - Москва: Академия, 2012. – 254, [2] с.

22 Методика профессионального обучения. Схемы, таблицы, комментарии [Текст] : учеб. пособие для вузов [Гриф МГУП] / И. В. Осипова [и др.] ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург : Издательство РГППУ, 2010. – 147 с.

23 Найниш, Л. А.. Инженерная педагогика [Текст]: научно-методическое по-собие для вузов [Гриф УМО] / Л. А. Найниш, В. Н. Люсев. - Москва : ИНФРА-М, 2014. – 87 с.

24 Педагогика [Текст]: учебник для вузов [Гриф УМО] / [А. П. Тряпицына и др.] ; под ред. А. П. Тряпицыной. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2014. – 304 с.

25 Симонов, В. П. Педагогика и психология высшей школы. Инновационный курс [Текст]: учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / В. П. Симонов. – М. :Вузовский учебник, 2015. – 319, [1] с.

26 Лейбович АЛ. Структура и содержание государственного стандарта профессионального образования. - М.: Высш.шк, 1994. – 228 с.

27 Профессиональная педагогика: Учеб. / Под ред. С.Я.Батышева; Ассоц. «Проф. образование». - М.:Высш.шк., 1999. - 904 с.

28 Эрганова Н.Е. Основы методики профессионального обучения: Учеб. пособие. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1999. – 138 с.

29 Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения: Учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. унта, 2003. –150 с.

30 Принципы разработки учебно-программной документации для подготовки квалифицированных рабочих в учебных заведениях профтехобразования / Под ред. А.П. Беляевой. -М.: Высш. шк, 1983. – 263 с.

31 Методические рекомендации по выполнению и оформлению выпускной квалификационной работы. /М.А.Федулова, Д.Х.Билалов. - Екатеринбург, ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2016. – 49 с.

32 ГОСТ 19281–2014. Прокат повышенной прочности. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 19281-89; Введ. 2015-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2015. – 47 с.

33 ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитных газах. Сварочные соединения. – Введ. 1977–07–01. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 60 с.

34 ГОСТ 2246–70 Введ. 01.01.73. Проволока Стальная сварочная. Технические условия / переиздание с поправками и изм. 1 от 18.05.2011. – М.: Изд-во стандартов, 2011. – 19 с.

Приложение А. Спецификация

					ДП 44.03.04.603 ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		